

## Стабилизация величины межэлектродного промежутка станка размерной обработки электрической дугой

Приводится решение задачи стабилизации постоянства величины межэлектродного промежутка между рабочим инструментом и деталью с целью стабилизации рабочего тока дуги.

**размерная обработка дугой, система управления, межэлектродный промежуток, стабилизация тока дуги**

Размерная обработка дугой (РОД) является процессом, основанным на использовании стационарной электрической дуги.

В отличие от способов электроэрозионной обработки, основанных на использовании нестационарного электрического разряда, обработка дугой имеет большую продуктивность, которая прямо пропорциональна току дуги [1].

Обработка деталей осуществляется в поперечном потоке жидкости - диэлектрика под давлением 0,5-2 МПа в режиме падающих характеристик сварочного выпрямителя – источника технологического тока (ИТТ).

Постоянство величины рабочего тока дуги зависит от постоянства межэлектродного промежутка (МЭП) между рабочим инструментом и деталью, поэтому стабилизация МЭП является важной задачей в процессе обработки деталей.

Нестабильность величины технологического тока приводит к снижению качества и производительности процесса обработки деталей.

Нестабильность величины технологического тока обусловлена двумя причинами: непостоянством величины МЭП, вызванным недостаточным быстродействием гидропривода и постоянством угла наклона падающей характеристики источника технологического тока.

**Существующая система** регулирования величины МЭП [2] основана на том, что напряжение на межэлектродном промежутке (МЭП) при горении дуги зависит от его величины, что позволяет регулировать напряжение горения дуги путем изменения величины МЭП (рис. 1).

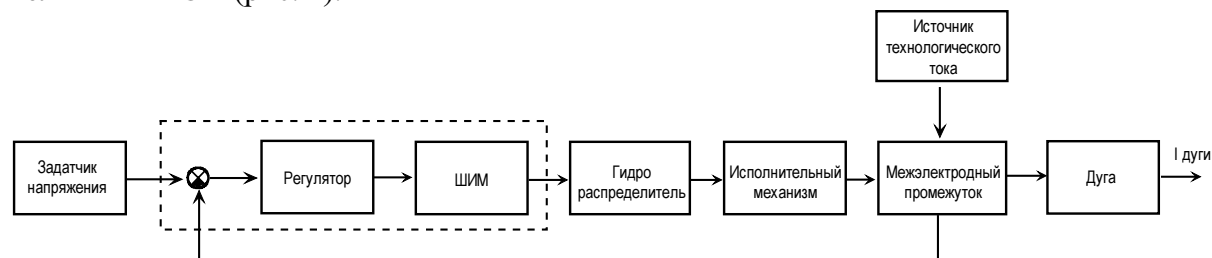


Рисунок 1 – Система регулирования величины МЭП станка РОД модели “АМ1”

Анализ характеристик электрической дуги и источника технологического тока в режиме падающих характеристик, показал, что управление величиной МЭП по отклонению напряжения дуги на МЭП не является оптимальным для регулирования величины рабочего тока дуги, поскольку величина рабочего тока дуги в большей

степени зависит от крутизны падающей характеристики ИТТ, а не от величины напряжения на дуге (рис.2). Величина тока дуги в этой системе регулирования не контролируется и не является наблюдаемой величиной.

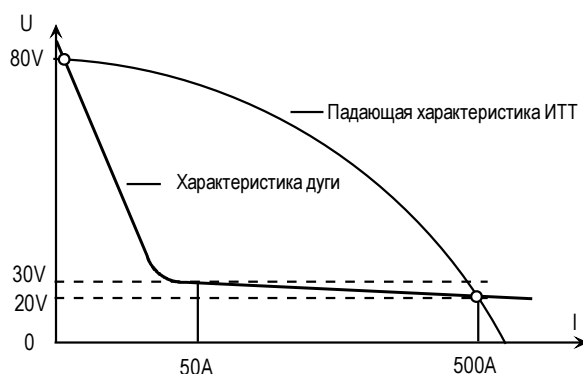
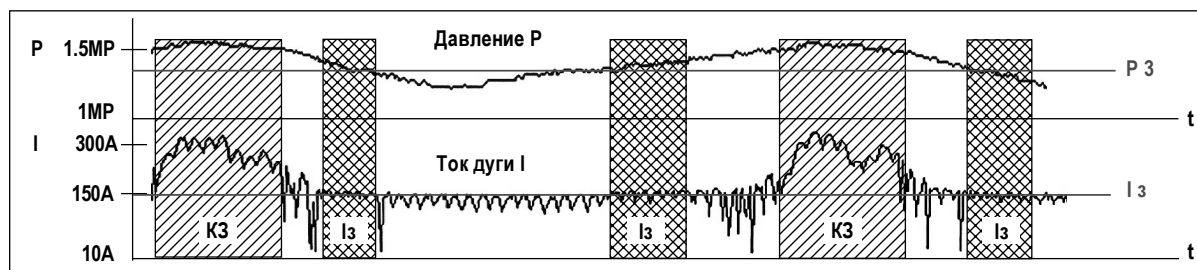


Рисунок 2 – Электрические характеристики электрической дуги и источника технологического тока

**Задача** состоит в стабилизации величины МЭП между рабочим инструментом и деталью и, соответственно, стабилизации рабочего тока дуги. Фрагмент осциллограммы процесса обработки детали электрической дугой представлен на рис.3.



КЗ – короткое замыкание, I<sub>3</sub> – заданный ток, P<sub>3</sub> – заданное давление

Рисунок 3 – Фрагмент осциллограммы процесса обработки детали электрической дугой

Для анализа осциллограммы ее можно разделить на несколько областей. Область I<sub>3</sub> соответствует нормальной стадии протекания процесса. В границах этой области рабочий ток соответствует заданному с минимальными отклонениями. Рабочее давление P<sub>3</sub> соответствует заданному значению.

Область КЗ соответствует короткому замыканию. Между этими двумя областями существуют участки изменения режима работы.

Анализ параметров участков изменения режимов процесса обработки показал, что области короткого замыкания КЗ предшествует участок изменения давления P<sub>3</sub> рабочей жидкости в сторону увеличения. Участку с периодическим изменением заданного значения тока I<sub>3</sub> соответствует участок изменения давления P<sub>3</sub> рабочей жидкости в сторону уменьшения.

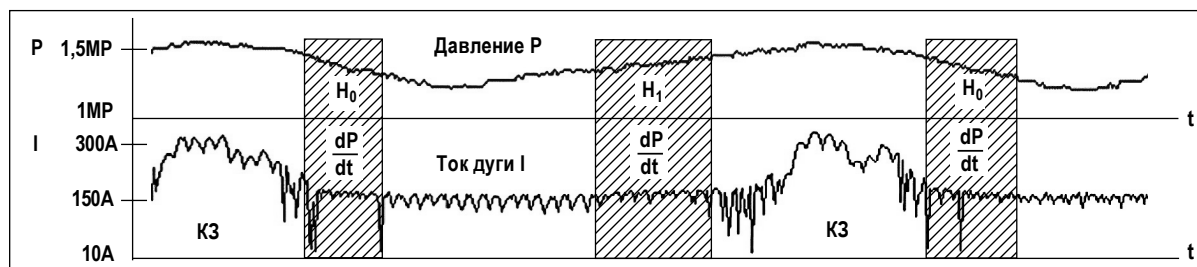
Анализ причин изменений величины рабочего тока I<sub>3</sub> и давления P<sub>3</sub>, дает основания сделать следующие выводы:

Короткое замыкание КЗ является следствием соприкосновения рабочего инструмента с обрабатываемой деталью. При этом МЭП имеет минимальную величину и оказывает максимальное сопротивление циркуляции рабочей жидкости, что и является причиной увеличения ее давления.

Колебания величины рабочего тока I<sub>3</sub> являются следствием реакции регулятора привода рабочего инструмента в сторону перерегулирования. При этом рабочий

инструмент приподнимается от обрабатываемой детали на расстояние, превышающее оптимальное значение МЭП, а дуга входит в режим неустойчивого горения.

**Решение** задачи стабилизации величины МЭП и стабилизации тока дуги  $I_3$  заключается в использовании в регуляторе подсистемы принятия решений на основе выбора гипотез [3]. Поскольку давление жидкости возрастает при уменьшении величины МЭП и уменьшается при его увеличении, то необходимо контролировать процесс изменения давления жидкости  $P_3$  в процессе обработки детали (рис.4).



$H_0$  – гипотеза 0,  $H_1$  – гипотеза 1

Рисунок 4 – Контроль процесса изменения давления жидкости в процессе обработки детали

Подсистема принятия решений на основании предыдущих значений тока дуги и давления рабочей жидкости принимает решение выбора одной из двух гипотез:  $H_0$  и  $H_1$ .

$H_0$  - Увеличение величины МЭП- ток дуги будет стремиться к уменьшению.

$H_1$  - Уменьшение величины МЭП- ток дуги будет стремиться к увеличению.

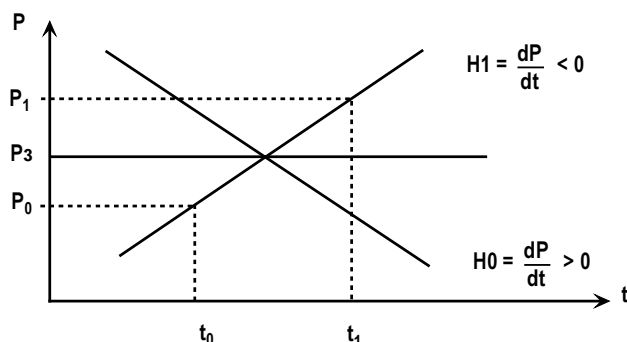


Рисунок 5 – Критерий выбора гипотез направления изменения величины межэлектродного промежутка

Поскольку давление рабочей жидкости увеличивается при уменьшении МЭП и уменьшается при увеличении, то направление изменения давления рабочей жидкости является доминирующим фактором в анализе ситуации и выборе гипотезы  $H_0$  или  $H_1$ .

Критерием выбора гипотез  $H_0$  и  $H_1$  является знак результата анализа:

$$H_0 = \frac{dP}{dt} > 0, \quad (1)$$

$$H_1 = \frac{dP}{dt} < 0. \quad (2)$$

Подсистема принятия решений в системе управления станком на основании выбора одной из гипотез определяет величину и направление управляющего сигнала для подсистемы управления перемещением рабочего инструмента.

Ток дуги в этой системе регулирования является полностью наблюдаемой величиной (рис. 6).

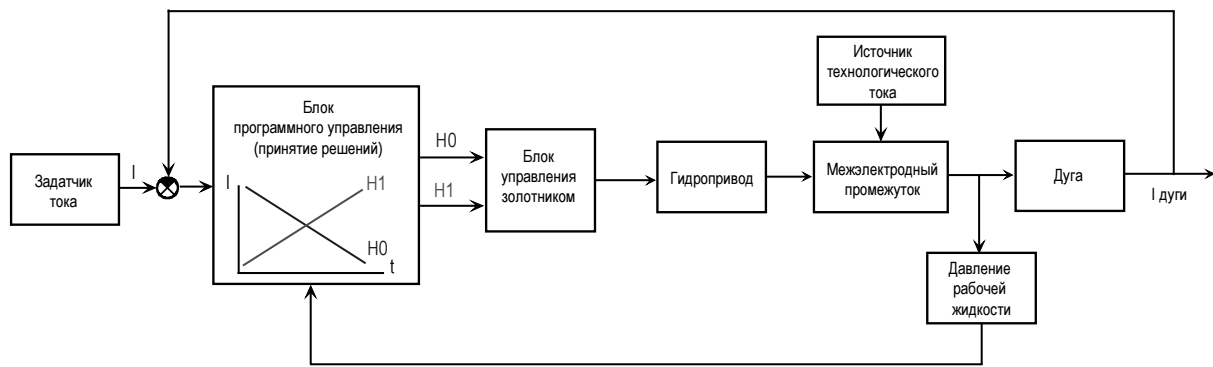


Рисунок 6 – Система регулирования величины МЭП станка РОД с подсистемой принятия решений

**Результатом** практического применения подсистемы принятия решений в системе управления станком размерной обработки дугой является стабилизация величины МЭП между рабочим инструментом и деталью, что снижает вероятность возникновения режимов работы, близких к короткому замыканию и нестабильному горению дуги.

Постоянство величины МЭП, в свою очередь, позволяет подсистеме управления источником технологического тока (ИТТ) осуществлять программное управление током дуги, что решает проблему снижения качества обработки деталей.

## Список литературы

1. Носуленко В.И. Розмірна обробка металів електричною дугою. Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.03.07 / Кіровоградський гос. техн. ун-т – К., 1999.- 36 с.
2. Носуленко В.И., Боков В.М., Великий П.М., Широботько В.П., Гросул І.А. Верстат електроерозійний копіювально – прошивний моделі “АМ - 1”. Технічний опис. Інструкція по експлуатації. Технічний паспорт. Кіровоград: 2004. – 61 с.
3. Бассвиль. М., Банвениста А. Обнаружение изменения свойств сигналов и динамических систем. Пер. с англ. М.: Мир, 1989. - 278 с.

Приводиться рішення завдання стабілізації сталості величини міжелектродного проміжку між робочим інструментом і деталлю з метою стабілізації робочого струму дуги.

The task of an interelectrode distance between the working tool and detail size constancy stabilization with the purpose working current electrical arch f stabilization decision is resulted.